

5. Bioteneurs

a. Chaîne trophique

- **Une chaîne alimentaire:** est une suite d'êtres vivants reliés par une relation alimentaire et énergétique. Chaque organisme constitue un maillon de la chaîne alimentaire. Il y a échange d'énergie de l'un à l'autre des organismes mais également des pertes. Les chaînes alimentaires font partie d'un réseau alimentaire qui décrit le cycle de la matière (matière - chaîne alimentaire - matière-décomposeurs).
- **Un niveau trophique:** est le rang qu'occupe un être vivant dans une chaîne alimentaire. Chaque maillon de la chaîne constitue un niveau trophique.

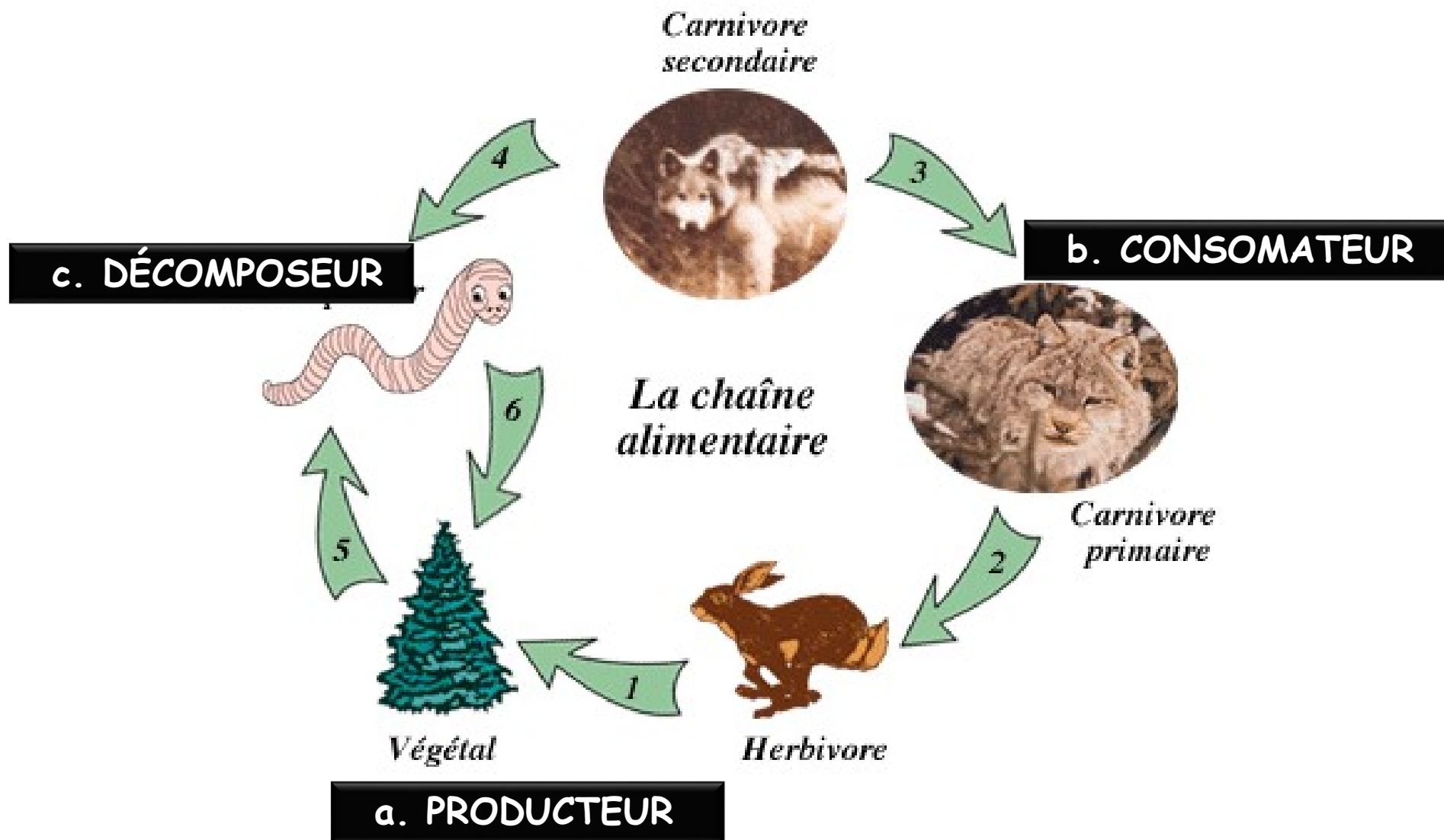


Fig 2. Les différents niveaux trophiques.

a. Les producteurs: qui sont les végétaux autotrophes.

b. Les consommateurs: qui sont les animaux hétérotrophes:

- les consommateurs de premier ordre (les herbivores qui mangent d'autres végétaux),
- les consommateurs de second ordre (les carnivores ou prédateurs qui mangent les herbivores)
- les consommateurs de troisième ordre (les carnivores qui mangent d'autres carnivores).

c. Les décomposeurs: qui sont les bactéries, les champignons, les vers et les insectes qui dégradent la matière organique des cadavres et redonnent aux plantes les sels minéraux indispensables à la photosynthèse.

b. Bioconcentration:

C'est la capacité qu'a un organisme **de stocker une substance** à une concentration supérieure à celle de l'eau ou de la nourriture.

BCF (facteur de bioconcentration) =
Concentration du polluant dans l'organisme / concentration du polluant dans le milieu.

c. Biomagnification:

Elle désigne une **accumulation progressive** d'une substance via la chaîne alimentaire (Ft).

Ft (Facteur de transfert) = $\frac{\text{Concentration du polluant dans le niveau trophique } n+1}{\text{Concentration du polluant dans le niveau trophique } n}$.

- Ft > 1 bioamplification
- Ft = 1 simple transfert
- Ft < 1 diminution de la concentration.

d. Bioaccumulation:

Certains polluants peuvent devenir toxique en s'accumulant dans certains organes par petites doses jusqu'à l'apparition d'effets nocifs pour l'organisme.

La bioaccumulation est un terme qui englobe biomagnification et bioconcentration.

La bioaccumulation résulte d'un phénomène de transfert et d'amplification biologique de la pollution à travers les biocénoses contaminées.

La **bioaccumulation** s'appuie sur le **coefficient de partage octanol/eau ou KOW** qui mesure le degré de lipophilie (ou d'hydrophobie) d'une substance, c'est-à-dire une estimation du partage de la substance entre l'eau et les graisses des tissus pour prédire la **capacité d'un polluant de s'accumuler dans les graisses.**

Le Kow est souvent exprimé par son logarithme,

$$\log Kow = \log P.$$

une substance est bioaccumulable si :

$$Kow \geq 100, \text{ ou } \log P \geq 3.$$

Ex:

Pentachlorophenol $\log P = 5,12$: bioaccumulable.

Chloroforme $\log P = 1,97$: non bioaccumulable.

La bioaccumulation est appréhendée indirectement par la relation: $BCF = KOW \times \text{Concentration}$ de la substance dans les lipides.

La substance est alors bioaccumulable si $BCF > 100$

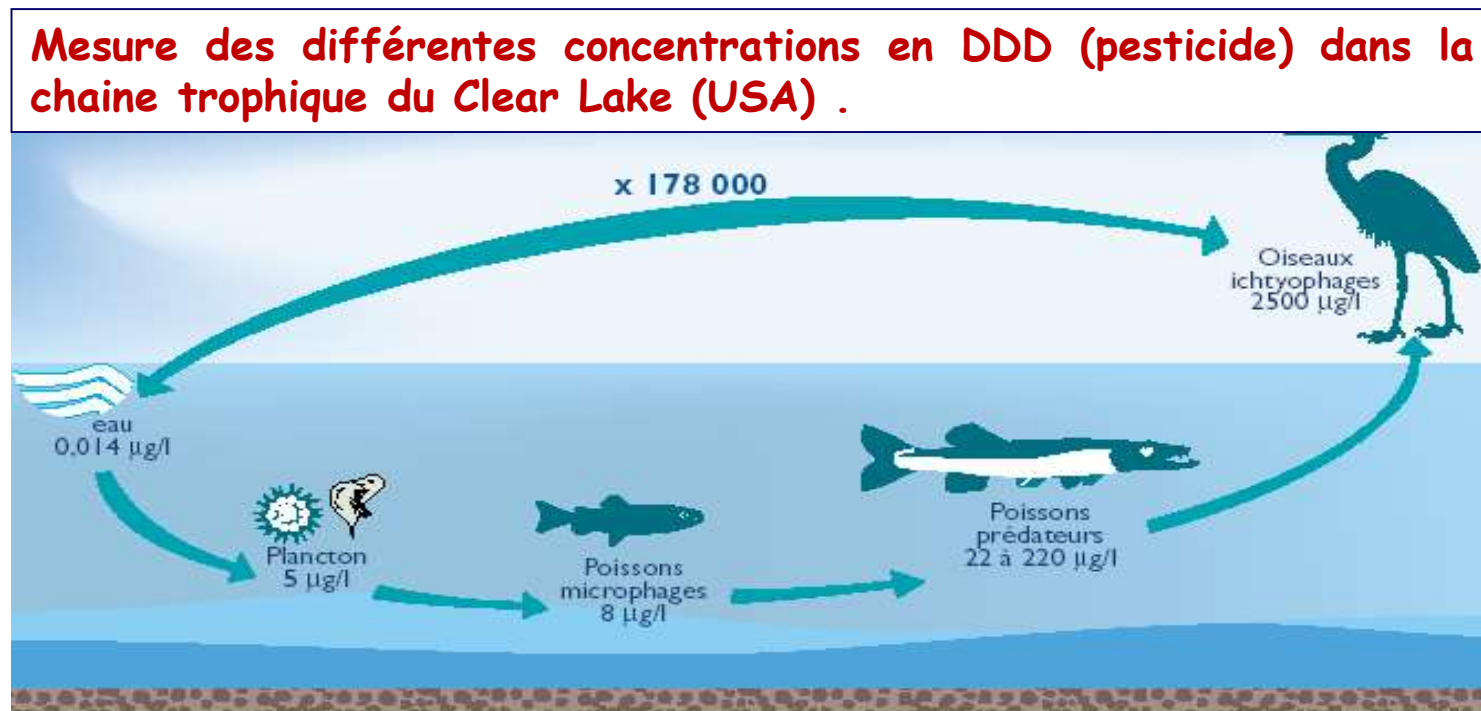


Fig. 3 Phénomène de bioaccumulation et son transfert via la chaîne trophique. Concentrations de DDD (insecticide OC) dans la chaîne trophique d'un lac aux USA.

e. Biodisponibilité:

C'est la propriété d'un élément ou d'une substance d'atteindre les membranes cellulaires des organismes vivants.

Il s'agit d'un des paramètres essentiels de la toxicité car un changement de la biodisponibilité d'un polluant équivaut à un changement de toxicité.

Un polluant, dans un compartiment, peut-être à la fois toxique et non toxique pour un organisme en raison de sa biodisponibilité ou non.

Exemple : le mercure (Hg) fixé dans les sédiments est sous cette forme, non toxique pour les organismes qui vivent dans les sédiments car non biodisponible. L'Hg qui se trouve en solution dans les sédiments est, à l'inverse, toxique pour les organismes des sédiments car biodisponible pour ceux-ci et son relargage dans l'eau augmente son risque toxique par transfert indirect via la chaîne alimentaire.

La biodisponibilité, paramètre essentiel de la toxicité.

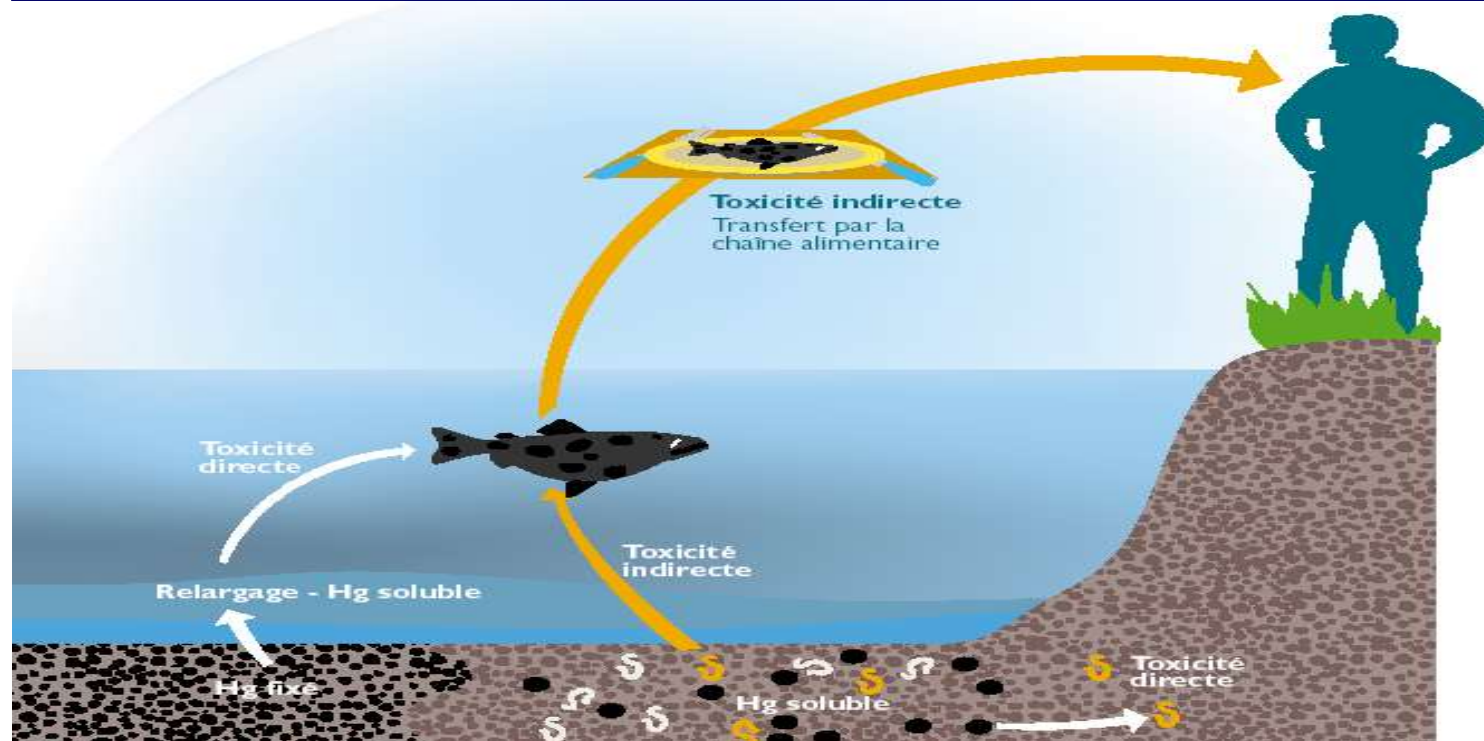


Fig. 4 Rapport entre biodisponibilité et toxicité dans un écosystème aquatique.

f. Biodégradation:

La **biodégradation** est tout processus biologique qui entraîne la **conversion** d'une **substance organique** en **dérivés** ultimes **organiques** et **inorganiques** chimiquement distincts de la substance initiale (Shimps et al., 1990).

La **biodégradation** est une dégradation biologique effectuée par des **micro-organismes** (bactéries, champignons...). Elle est due à l'abondance et à la variété des micro-organismes dans le milieu considéré. **L'attaque** d'une molécule chimique par des **micro-organismes** a pour aboutissement sa **minéralisation** et l'obtention de **métabolites** de faibles poids moléculaires **facile à éliminer**.

Deux types de **biodégradation** sont distingués :

- La **biodégradation primaire (biotransformation)**: a été définie comme la **perte de l'identité chimique** du **produit initial**. C'est une attaque **partielle** de la molécule, aboutit à l'apparition de **métabolites persistants**, moins ou plus toxiques que la molécule initiale.
- La **biodégradation ultime (minéralisation)**: **dégradation complète** conduisant à la formation de CO_2 , méthane, eau, éléments minéraux. Cette biodégradation, si elle se fait rapidement, conduit à **l'élimination du polluant** dans le milieu.

Dégradation primaire ou ultime: un risque différent.

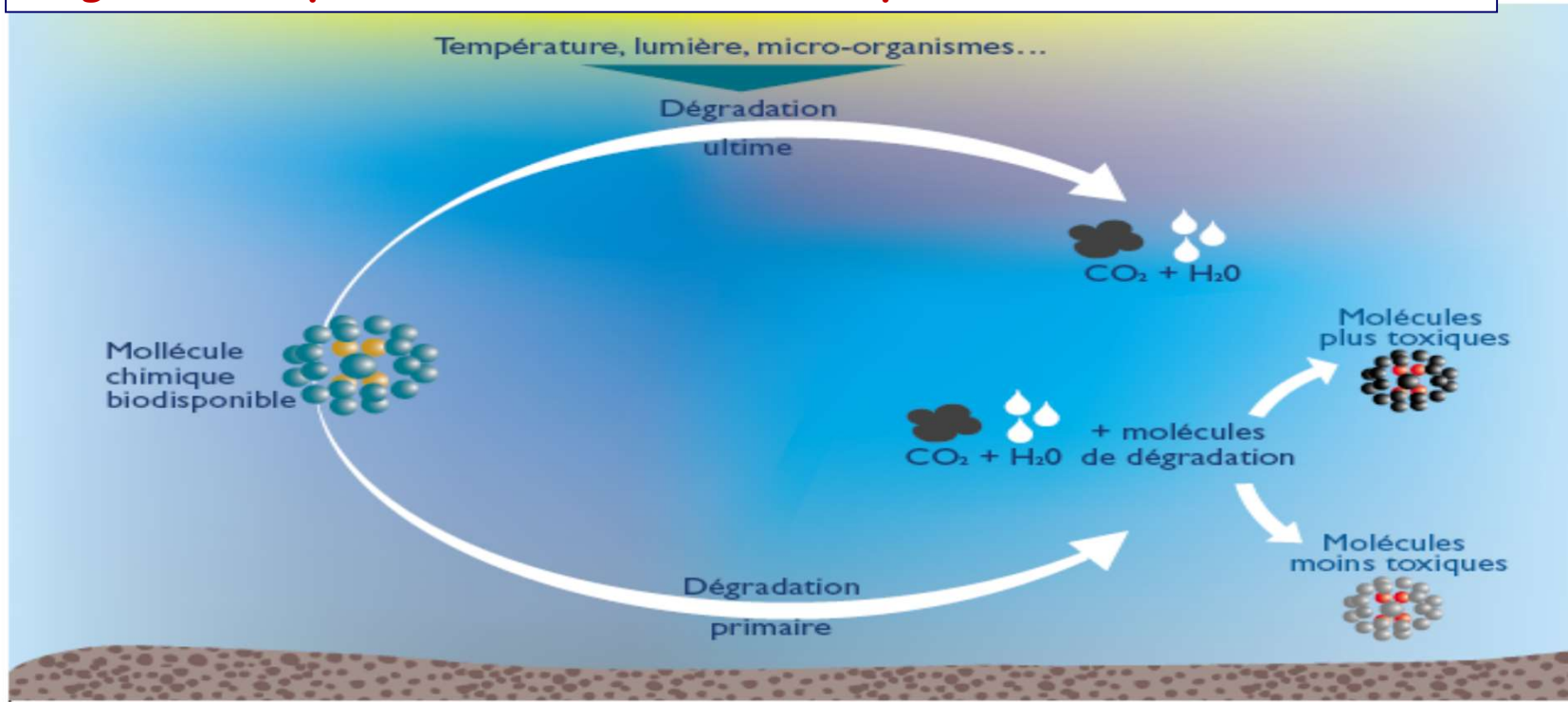


Fig. 5 Biodégradation primaire et biodégradation ultime.

Le **potentiel de biodégradation** d'un produit chimique peut être estimé par le **rapport** entre la **demi-vie** (le temps nécessaire pour réduire la quantité de produit à 50% de sa valeur initiale) et le **temps de résidence**.

Les substances qui ont des rapports **>7** sont considérées comme virtuellement **non-biodégradables**.

g. Pyramides écologiques:

La **pyramide écologique** est une forme de **représentation graphique** pour indiquer des rapports entre différentes catégories d'espèces correspondant à différents **niveaux trophiques**.

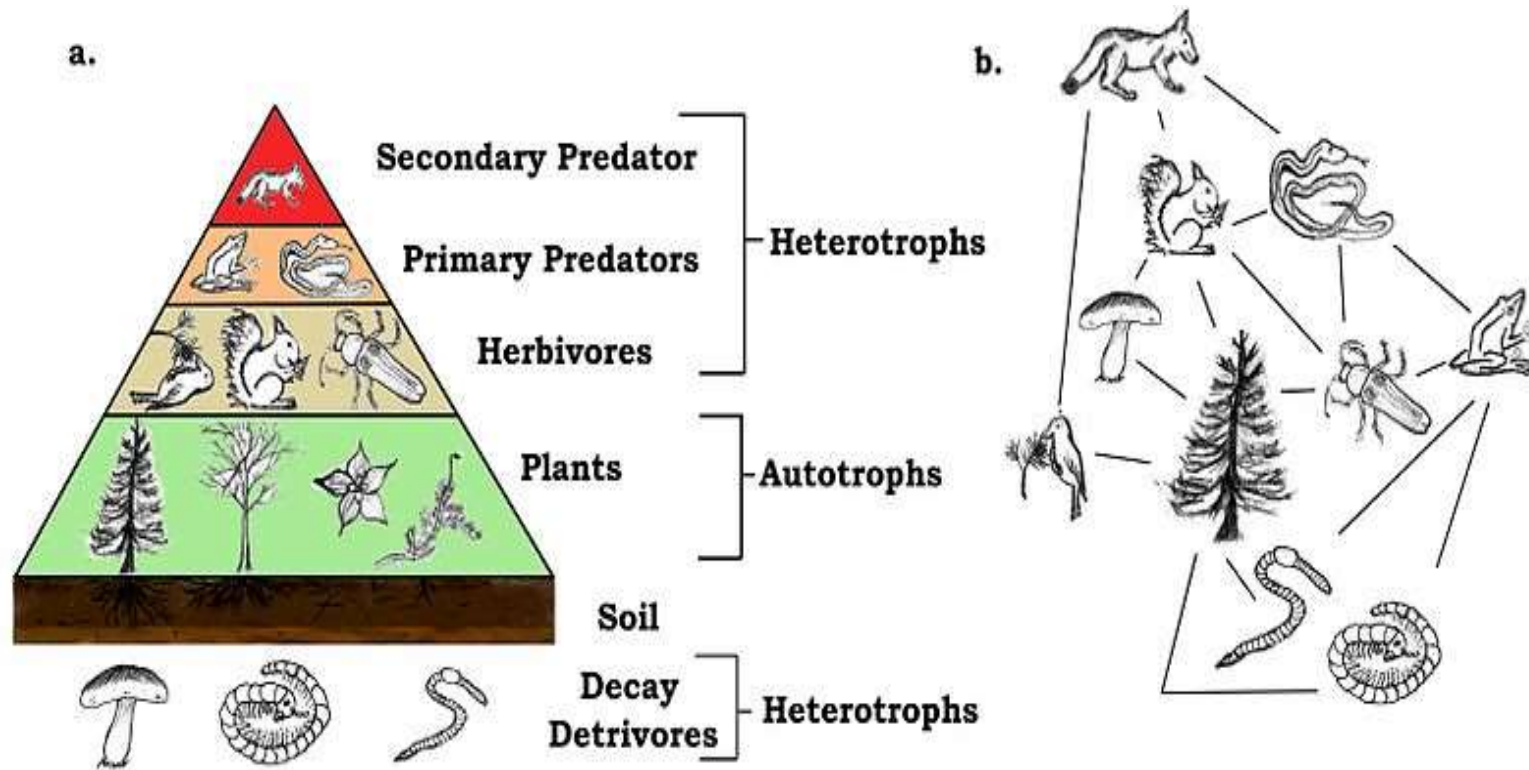
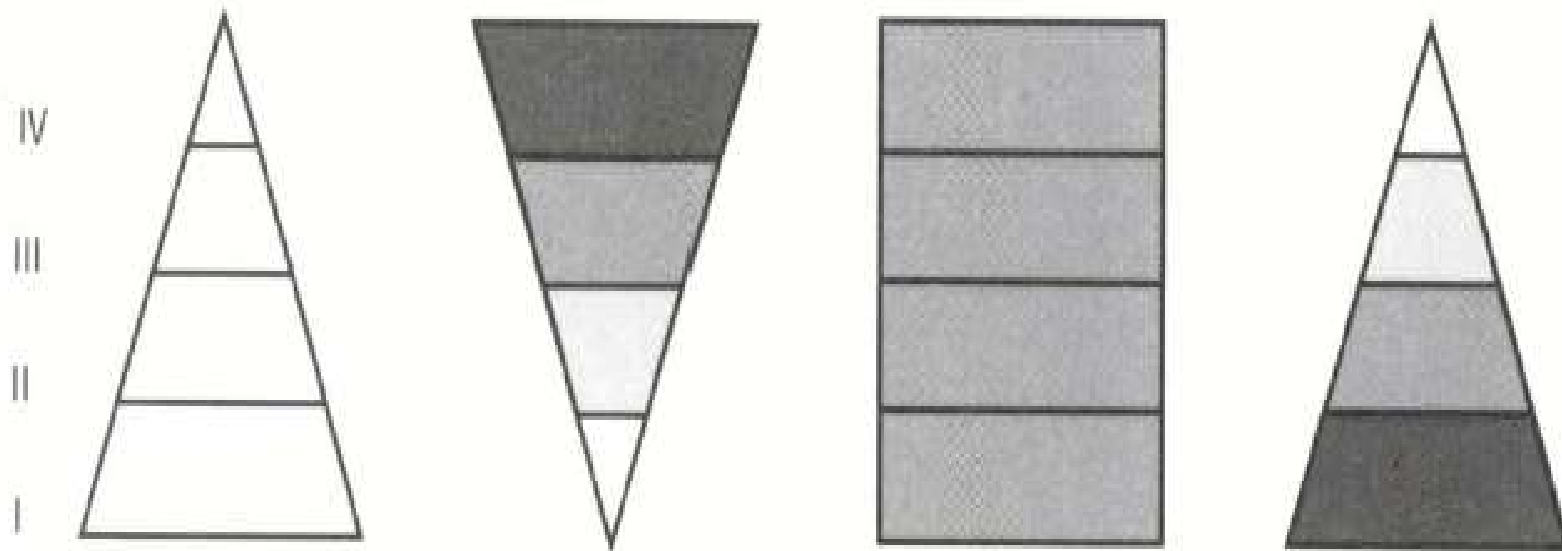


Fig 6. Pyramides écologiques

- **Pyramide des nombres:** Le nombre d'individus de chaque niveau trophique.
- **Pyramide de la biomasse:** La biomasse est la **masse totale** de la **matière organique** et des **êtres vivants** subsistant dans une région donnée. La pyramide de la biomasse est la masse de chaque niveau trophique par unité de surface (g/mètre carré).
- **Pyramide des énergies:** c'est la **quantité d'énergie disponible** à chaque **niveau trophique**. Elle est exprimée en Joules. Sur le 100% d'énergie disponible d'un niveau trophique, un taux de 10% en moyenne est converti en biomasse dans le niveau suivant. C'est ce qu'on appelle **rendement** ou **efficacité écologique**.
- **Pyramide des concentrations:** exprime la **concentration d'un xénobiotique** dans les différents niveaux trophiques.



Pyramide des
biomasses

Pyramide des
concentrations
 $F > 1$
bioamplification

Pyramide des
concentrations
 $F = 1$
simple transfert

Pyramide des
concentrations
 $F < 1$
diminution

Fig 7. Pyramides des biomasses et des concentrations d'un polluant dans les réseaux trophiques.